

インスタンスとフロッキング機能を用いた群れの3DCGアニメーション表現

インスタンスとフロッキング機能を用いた 群れの3DCGアニメーション表現

Expression of Crowd with Instance and Flocking System on 3DCG Animation

佐野 典秀
Norihide SANO

(平成28年10月4日受理)

動物や昆虫の集団の行動として群れによる振舞いがある。アニメーションにおいて、より実際に近い集団の動きの表現のためには欠くことのできない要素のひとつである。この「群れ」のアニメーションを効率的に作成するために様々な機能が利用できるようになってきている。動物や昆虫の実際の動きに近い群れのアニメーション表現を行うためには、動物や昆虫の特性を理解することが重要である。動物や昆虫では個々の動きの時には発現しないような動きや振舞いが集団になると見られることが多い。

本報告では、近年の3DCG制作ソフトウェアにおいて機能が充実してきたインスタンス機能、フロッキング機能を用いて、群れが目標に向かう動きなどを制作する過程を示し、群れの振舞いを効率的に制作する方法について調べた。

1. はじめに (1)、(2)、(3)

動物や昆虫は集団になると、あたかも全体が知能を持ったかのような振舞いをするがある。その集団での行動が、捕食や天敵からの回避行動という目的に対して、観察者に知性を感じさせるためである。かつては、個々の個体が高度の知性や、高度のなんらかの情報伝達手段を有していて、このような集団の振舞いが発現すると考えられていた時期もある。しかし、今では、これらの振舞いは実は個々の非常に単純なルールに従った行動によって発現することが知られている。もちろん、今でも、これらの単純なルールだけでは説明のつかない、動物や昆虫の不思議な集団行動が観察されることも多くある。

動物や昆虫のアニメーション映像制作の分野において、この集団の振舞いを表現することは重要な要素のひとつであった。実際の動物や昆虫の振舞いが、映像制作者の意図するような動きをする瞬間をとらえて撮影することは偶然に左右されることが多く、時間と労力を有するものであった。個々の単純なルールに従った行動によって、あたかも全体が知能を持っているかのような振舞いを再現できることはCGアニメーション制作の分野において画期的な進歩をもたらした。並行して3DCG分野の発展によるリアルな立体映像の再現技術が、かつては実写映像に頼っていた動物や昆虫の映像表現に革新をもたらした。映像制作にかかる時間と労力が格段に減り、映像制作のコストを減少させることに成功したのである。例えば、ボイドシステムと呼ばれる群知能技術のコンピュータプログラムを活用して、鳥や魚の群れを写実的に描くことが可能になった。映画の世界でも、例えば

「バットマン・リターンズ」において、こうもりの群れの描画に群知能技術が使われている。近年の映像の世界で、動物や昆虫の群れの振舞いを表現する際に欠かせない技術のひとつとして様々な作品で利用されている。

本報告では、3DCG制作ソフトウェアのひとつであるLightwave 3Dにおいて、このソフトウェアに導入されている、インスタンス機能、フロッキング機能を用いて、群れの表現を試み、実際の群れの振舞いに近い映像の表現を効率的に制作する方法について調べた。

2. インスタンス機能

3DCG制作ソフトウェアにおけるインスタンス機能は、主にオブジェクトの複製において、メモリに負荷をかけることなく複製を実行することを可能にするものである。このインスタンス機能では、仮想ポリゴンを利用することで、レンダリング時間や、メモリへの負荷を大幅に減少している。ここでは、Lightwave 11.5 (NewTek社)を用いて、インスタンス機能について調べていく。Lightwave 3Dでは、Ver.11からインスタンス機能が付加された。

2. 1 Lightwave 3D におけるインスタンス機能⁽⁴⁾

Lightwave 11 のチュートリアルを参考に、インスタンス機能を使って、元になるオブジェクトを複製して、群れを効率的に制作する方法を確認した。なお、今回の3DCGの制作には以下の性能のノートPCを使用した。

プロセッサ Intel(R) Core(TM) i7-3610QM CPU @ 2.30GHz

グラフィックボード GeForce GT 650M (NVIDIA社製) (CUDAコア384)

OS Windows 7 Home Premium

製造元 株式会社マウスコンピューター

以上の性能のノートPCでも、十分にストレスなく制作が可能であった。

2. 2 犬の群れの制作

実際にLightwave 11.5のインスタンス機能を使用して犬の群れを制作してみた。以下に簡単な手順を示す。今回の制作では、インスタンスの元になるオブジェクトとして、Lightwave 11.5 に付属のLightwave 11.5 Contentsの中の犬のオブジェクト (ZB_Dog)を使用した。また地面にはLightwave 11のチュートリアルにあるPlane_50m_Dividedオブジェクト利用した。

■制作手順1 オブジェクトの読み込み

左上のファイル→開く→オブジェクトを開く で今回使用する“ZB_Dog”と“Plane_50m_Divided”を読み込む。そのままだと、地面の中に下半身が埋まった状態になるので、“ZB_Dog”を選択し、変形タブ→移動で、ドラッグにより地面の上に移動する。

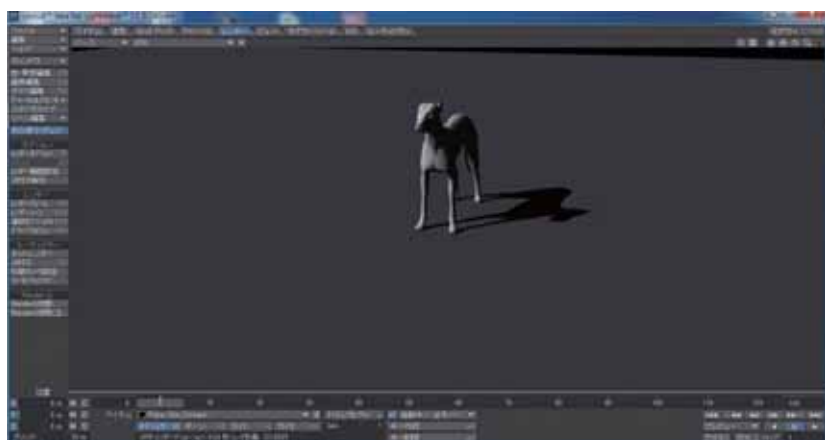


図1 オブジェクトの読み込み

■制作手順2 インスタンスの作成

読み込んだオブジェクトのうち“Plane_50m_Divided”を選択しておく。（例えば画面下方の「アイテム」右横のポップアップから“Plane_50m_Divided”をクリックする。）

- ① 画面下方の「アイテムプロパティ」をクリックして「アイテムプロパティ」を開く。
- ② 開いた「オブジェクトのアイテムプロパティ」の中の「インスタンス」のタブをクリックして、「インスタンス追加」のポップアップから「インスタンスジェネレーター」を選択する。

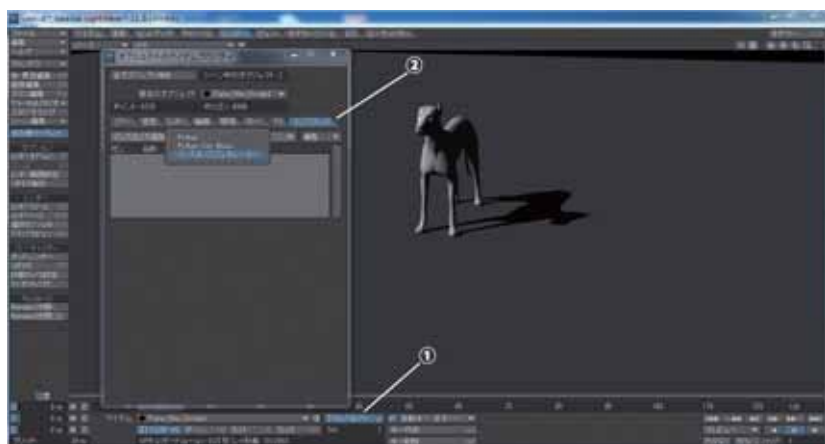


図2 インスタンスの追加

- ③ リスト内の「インスタンスジェネレーター」をダブルクリックして、インスタンスジェネレーターパネルを開く。
- ④ インスタンスジェネレーターパネルの中の「オブジェクト追加」のポップアップから“ZB_Dog”を選択する。

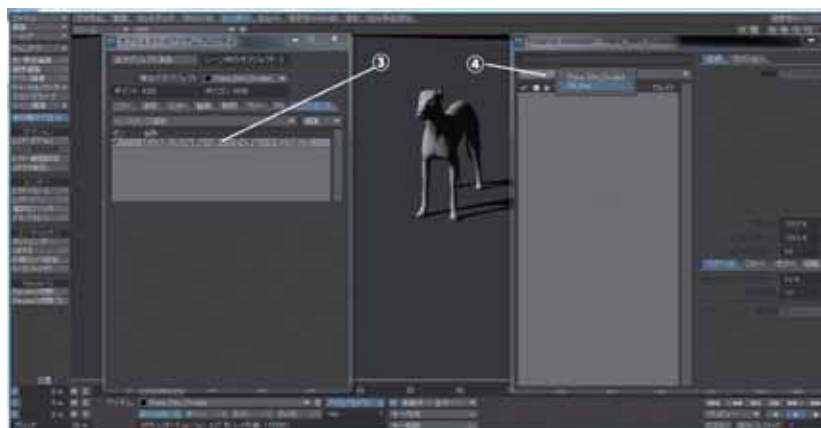


図3 インスタンスジェネレーター

- ⑤ レイアウト内に読み込まれている“ZB_Dog”の周囲にバウンディングボックスの立方体の枠が表示される。

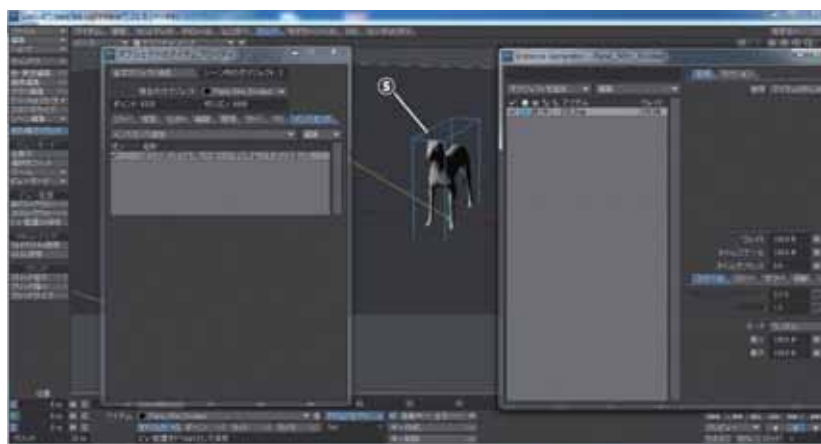


図4 バウンディングボックス

- ⑥ インスタンスジェネレーターパネルの中の「生成」のタブをクリックして、「種類」のポップアップから「サーフェイス」を選択する。

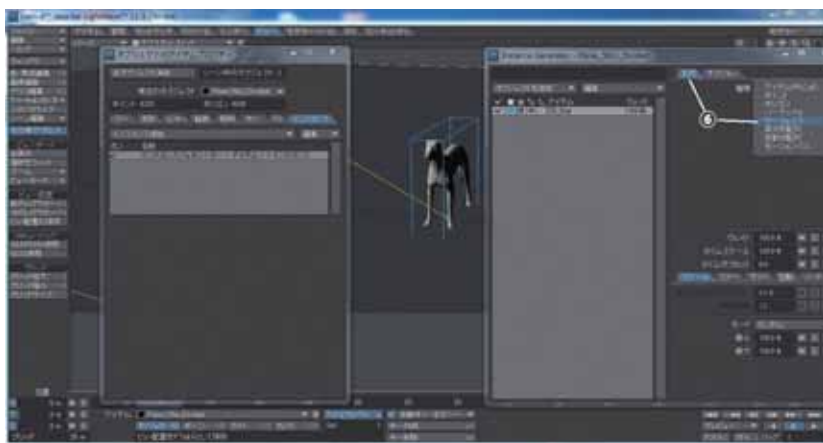


図5 インスタンスジェネレーターの種類「サーフェイス」

- ⑦ 種類の下に「インスタンス」の枠にインスタンス数を入力する。ここでは例えば40を設定してみる。レイアウト内に40個のバウンディングボックスが表示される。

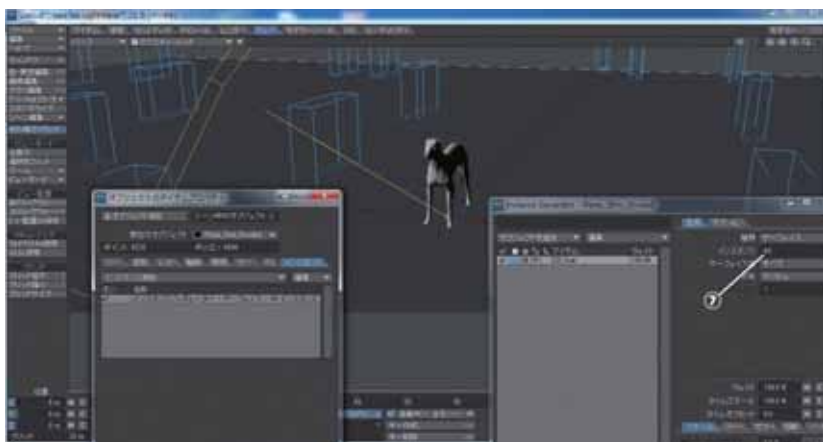


図6 インスタンス数の設定

■制作手順3 レンダリングの実行

カメラの位置等を調整してレンダリングを実行する。

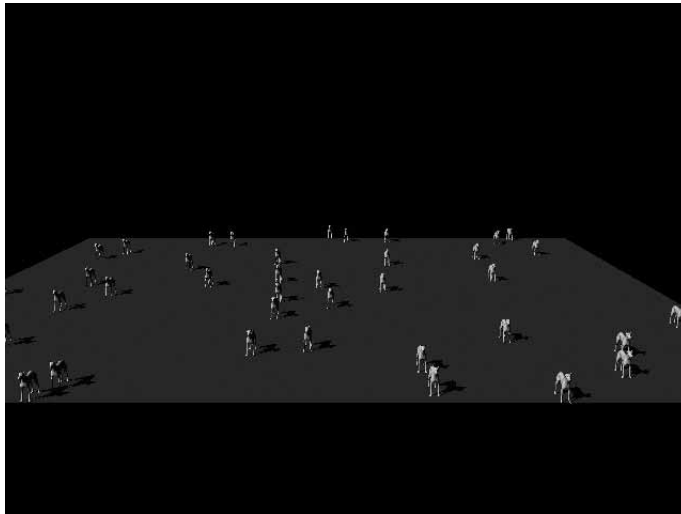


図7 犬の群れ（同一サイズ）

2. 3 犬の群れに変化をつける

図7の犬の群れは、同一サイズの犬だけの集団になっている。実際の群れには、成犬もいれば子犬もいる。そこでインスタンスのサイズに変化をつけてみる。

インスタンスジェネレーターパネルの右下方の「スケール」のタブをクリックして、「モード」を「ランダム」に設定する。その下にある最小の枠と最大の枠でインスタンスのサイズの最小値、最大値を設定する。（ここでは例えば、最小25%、最大200%を設定してみる。）バウンディングボックスのサイズがランダムに変化して表示される。

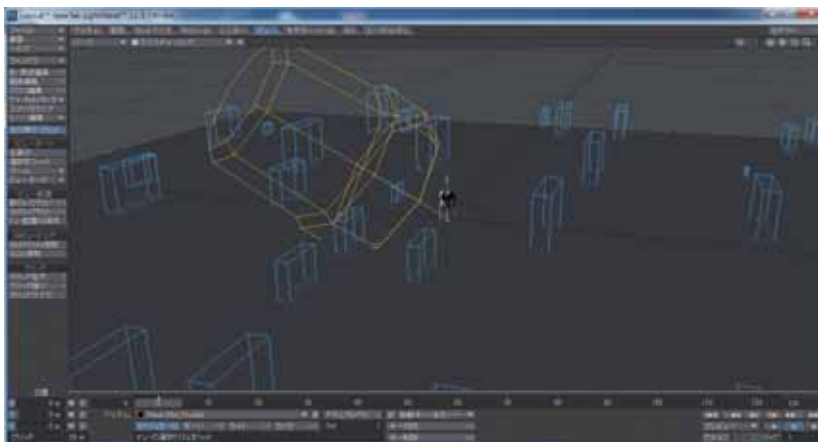


図8 インスタンスのサイズをランダム化

レンダリングを実行して、大小変化に富んだ犬の群れを得る。



図9 犬の群れ（ランダムサイズ）

さらに犬の数を増やしてみた。先ほどの制作手順2 インスタンスの作成の⑦のインスタンスの枠でインスタンス数を300に設定してみる。レンダリングを実行して図10の犬の群れ（300頭の犬の群れ）の画像を得る。

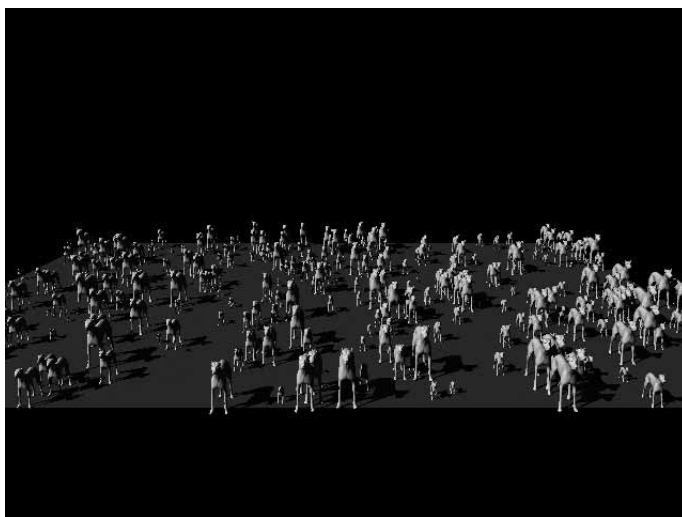


図10 犬の群れ（ランダムサイズ、300頭）

3. フロッキング機能

3DCG制作ソフトウェアにおけるフロッキング機能は、群集の振舞いの表現において、効率的なアニメーション制作を可能にするものである。このフロッキング機能は、鳥や牛などの動物や、小さな魚、昆虫などの集団の動きをアニメーションで表現するときに便利な機能として知られている。ここでは、Lightwave 11.5（NewTek社）を用いて、フロッキング機能について調べていく。Lightwave 3Dでは、Ver.11からフロッキング機能が付加された。

3. 1 Lightwave 3Dにおけるフロッキング機能⁽⁵⁾

Lightwave 11のチュートリアルを参考に、フロッキング機能を使って、群れの発生源とゴールを設定して、群れのアニメーションを効率的に制作する方法を確認した。Lightwave 11.5のフロッキング機能では、ゴールに向かう群れの動きや、敵や障害物を回避する群れの動き、獲物を集団で捕食する動きなどさまざまな群れの動きを表現できる。

3. 2 球体を使った群れのアニメーションの制作

実際にLightwave 11.5のフロッキング機能を使用して、簡単な球体の群れのアニメーションを制作してみた。以下に簡単な手順を示す。

●制作手順1 群集の目標（ゴール）となるゴール要素の作成

- ① 画面上方の「FXツール」のタグをクリックする。
- ② 画面左方の「群集」（その他）→「群集」を選択する。

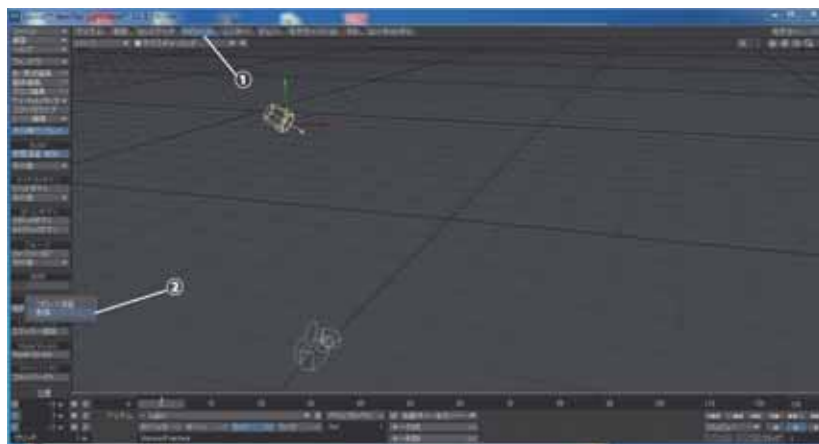


図11 FXツール

- ③ 開いた「フロックマスター」パネルの中の「新規に追加」をクリックする。
- ④ ポップアップから「ディレクター ゴール」を選択する。

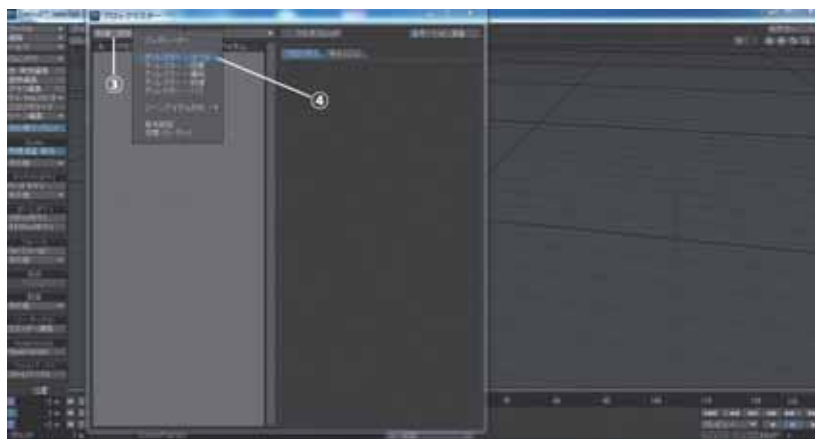


図12 ゴール要素の作成

- ⑤ 旗の形をしたゴール要素がレイアウトに表示される。

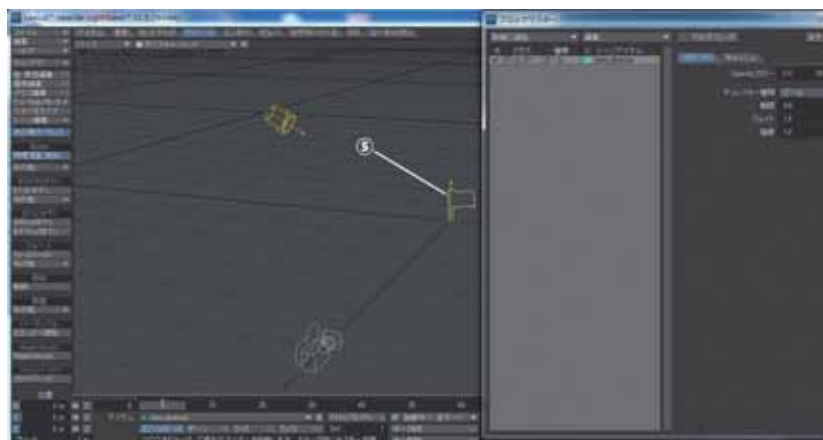


図13 ゴール要素の表示

●制作手順2 群集の発生源となるジェネレーターエレメントの作成と群れの演算

- ① 「フロックマスター」パネルの「新規に追加」をクリックする。
- ② ポップアップから「ジェネレーター」を選択する。

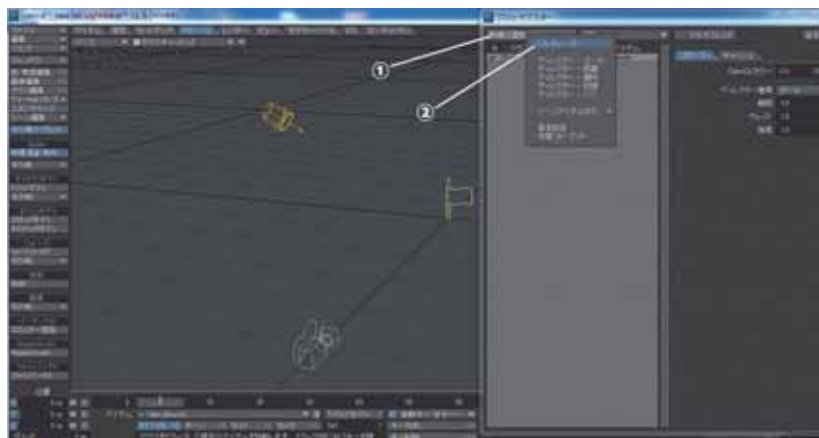


図14 ジェネレーターの作成

- ③ ボックスの形をしたジェネレーターエレメントが表示される。このボックスが群れの発生源となる。

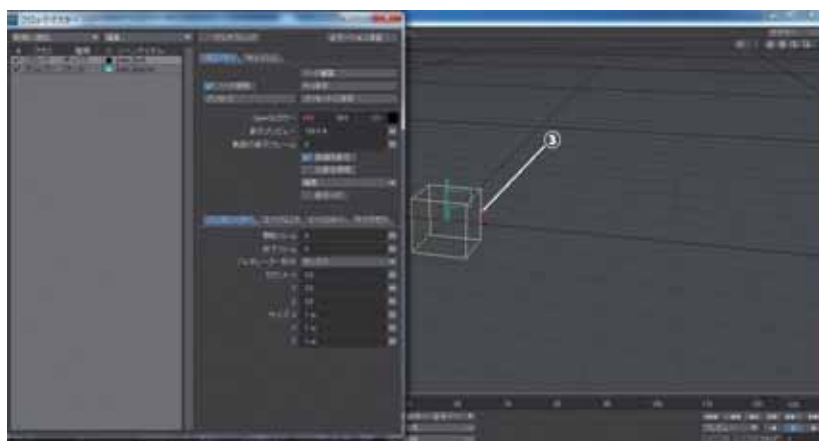


図15 ジェネレーターエレメントの表示

- ④ 「フロックマスター」パネルの「プロパティ」→下方の「ジェネレーター」のタグをクリックする。
- ⑤ 「ジェネレーター」(群れの発生源)の詳細を設定する。例えば
「ジェネレーター形状」:「ボックス」
「カウント」のX、Y、Zともに「5」を入力
「サイズ」のX、Y、Zともに「3m」を入力
をそれぞれ設定する。
- ⑥ レイアウトに $5 \times 5 \times 5$ 個の球形状(エージェント)が表示される。
- ⑦ 「ゴールエレメント」を右方向にドラッグする。
- ⑧ 「全モーション演算」ボタンをクリックする。
- ⑨ 「再生▶」ボタンをクリックして再生しエージェントの動きを確認する。

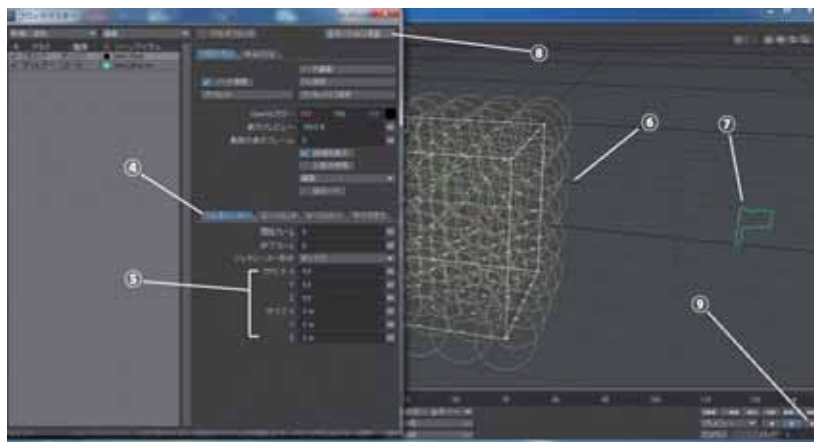


図16 ジェネレーター(群れの発生源)の設定とゴールエレメントの移動

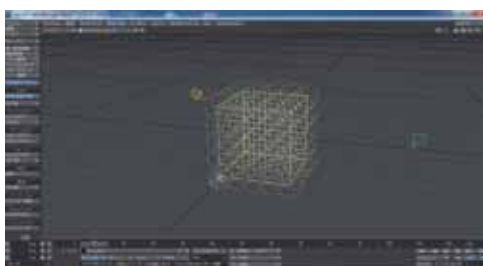


図17 エージェントの動き
(スタート:0フレーム目)

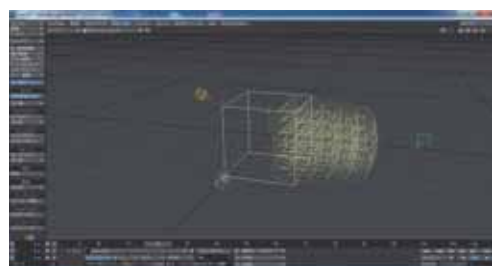


図18 エージェントの動き (20フレーム目)

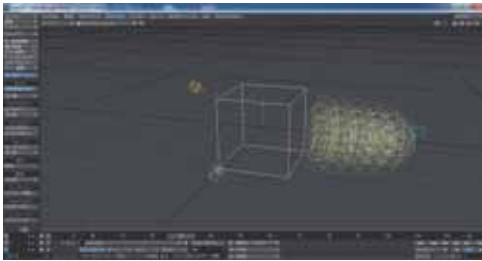


図19 エージェントの動き（30フレーム目）

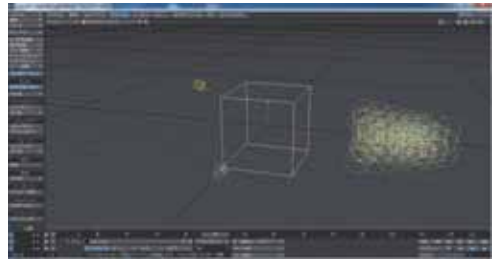


図20 エージェントの動き（40フレーム目）

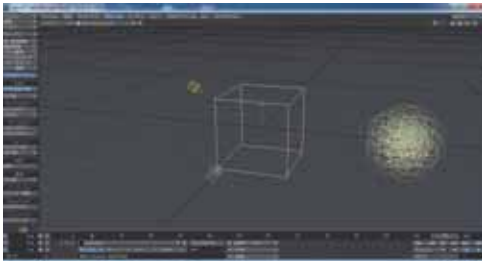


図21 エージェントの動き（形状：ボックス ゴール 120フレーム目）

●制作手順3 オブジェクトへのエージェントの割当て

エージェントに割当ててるオブジェクトをモデリングしオブジェクトとして読み込む。ここでは、簡単な球を作成し“Red_ball”として保存し、オブジェクトとして読み込みを行う。

- ① 読み込んだ球“Red_ball”を選択し、画面下方の「アイテムプロパティ」をクリックして「アイテムプロパティ」を開く。
- ② 「アイテムプロパティ」の中の「インスタンス」のタグをクリックし、ポップアップから「インスタンスジェネレーター」を選択する。

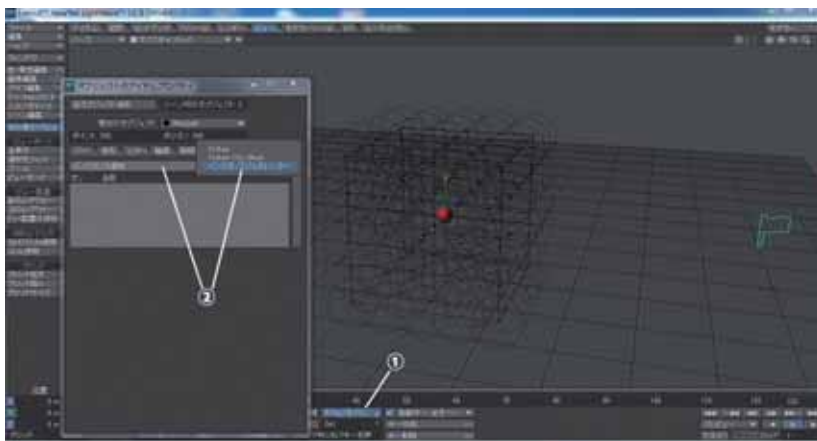


図22 アイテムプロパティ

- ③ 「インスタンスジェネレーター」の「オブジェクト追加」をクリックし、ポップアップから「Red_ball」を選択する。

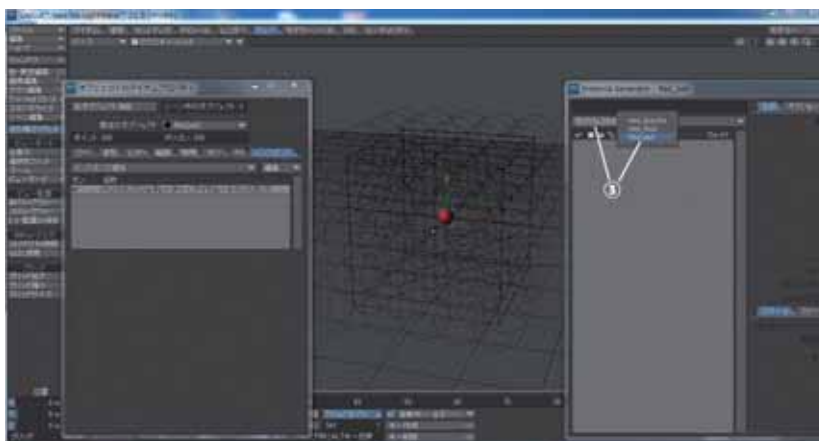


図23 インスタンスジェネレーター

- ④ インスタンスジェネレータのパネルに "Red_ball" のオブジェクトが追加される。

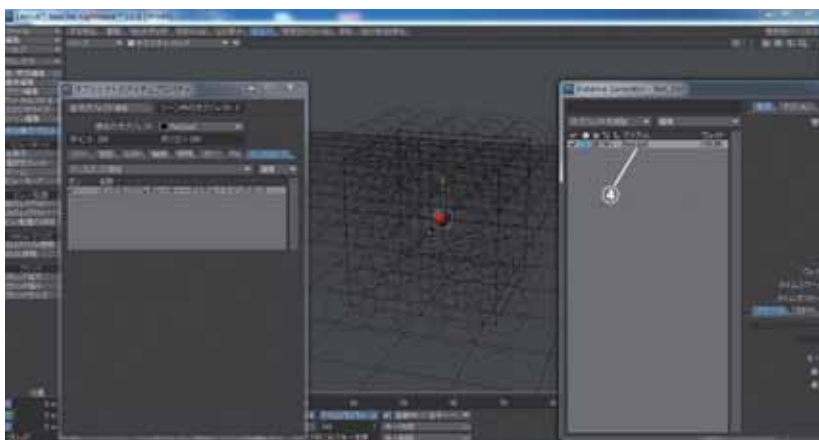


図24 オブジェクト追加

- ⑤ インスタンスジェネレーターのパネルの右上の「種類」のポップアップから「パーティクル」を選択する。

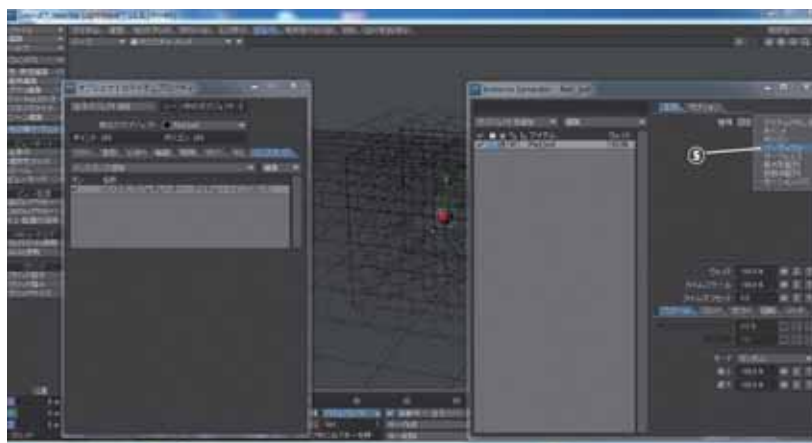


図25 パーティクルの設定

- ⑥ これでオブジェクトにエージェントが割り当てられた。

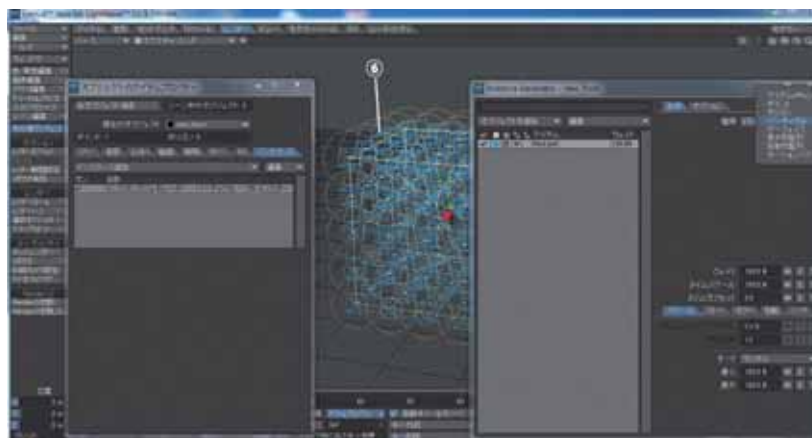


図26 オブジェクトへのエージェントの割当て

最後にカメラ位置を調整し、「レンダー」タブをクリックし、「レンダーオプション」を選択する。「出力」タブをクリックし、「出力形式」「出力ファイル名」などを設定する。そして「レンダーシーン」で群れのアニメーションを書き出す。

書き出したアニメーションの各フレーム後の様子を以下に示す。



図27 球の群れの動き（0フレーム目）



図28 球の群れの動き（20フレーム目）



図29 球の群れの動き（30フレーム目）

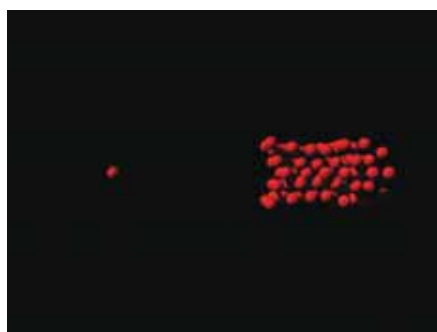


図30 球の群れの動き（40フレーム目）

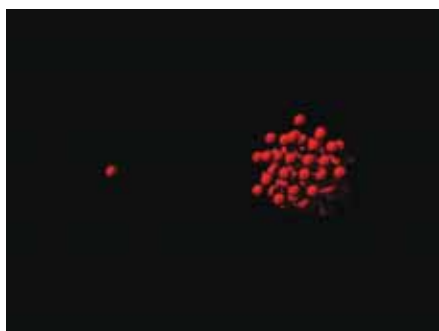


図31 球の群れの動き（ゴール 120フレーム目）

3. 3 スタート時に横一列に並んだ球の群れの振舞いのアニメーションの作成

図16において「ジェネレーター」(群れの発生源)の設定を以下のように変更する。

例えば

「ジェネレーター形状」:「ボックス」

「カウント」のX、Yに「1」、Zに「20」

「サイズ」のX、Yに「0 m」、Zに「5 m」

をそれぞれ設定する。

これで、スタート時に横一列に並んだ球がゴールに向かって移動していく群れのアニメーションの設定が完了する。

以下にそのアニメーションを示す。



図32 球の群れの動き (スタート:横一列)



図33 球の群れの動き (20フレーム目)



図34 球の群れの動き (30フレーム目)



図35 球の群れの動き (40フレーム目)



図36 球の群れの動き (ゴール 120フレーム目)

4. 蜘蛛の群れのアニメーションの作成

前節で簡単な球で群れの振舞いの確認ができたので、本節では実際の生物のオブジェクトを使ってアニメーションの制作を行う。ここでは、Lightwave 11.5に付属のLightwave 11-5 Contentsの中の蜘蛛のオブジェクト (Pred_Prey_Spiders) を使用した。ここで「ジェネレーター」(群れの発生源)の設定は図16と同じものを利用した。



図37 蜘蛛の群れの動き (スタート：横一列)



図38 蜘蛛の群れの動き (20フレーム目)



図39 蜘蛛の群れの動き (30フレーム目)



図40 蜘蛛の群れの動き (40フレーム目)

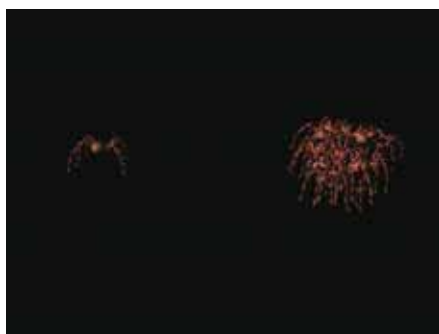


図41 蜘蛛の群れの動き (ゴール120フレーム目)

5. 考察

5. 1 インスタンス機能（犬の群れの作成）

Lightwave 11.5に搭載されているインスタンス機能を使って、犬の群れの静止画像を作成できた。インスタンス機能では、個体数を設定して、指定されたサーフェイス上のランダムな位置に、元になるオブジェクトの複製を配置できた。また、複製するオブジェクトのサイズも最大、最小の幅を設定し、その範囲内でランダムな大きさになるように複製を実行できた。Lightwave 11.5 のインスタンス機能では、仮想ポリゴンを利用しているため、メモリへの負荷も小さく、レンダリングも1枚の静止画像（640×480ドット）の作成を1秒もかからずに終わることができた。

5. 2 フロッキング機能（簡単な球の群れのアニメーションの作成）

Lightwave 11.5に搭載されているフロッキング機能を使って簡単な球の群れのアニメーションの作成を行った。フロッキング機能では、群れの移動の目標となるゴールの座標の設定や、ジェネレーター（群れの発生源）の個体数、大きさ、形状などを変更できた。まずは、このように球などの簡単な形状の物体で群れの動きの特性を観察し、それぞれの生物の群れが持つ固有の特性と微調整しながら、実際の群れの振舞いに近づけていくことが重要であるといえる。

5. 3 フロッキング機能（蜘蛛の群れのアニメーションの作成）

実際の生物の群れの例として蜘蛛の群れのアニメーションを作成することができた。蜘蛛は単独で行動して、集団での活動は行わないと思われるが、ある種の蜘蛛は群れをなして行動することが知られている。とはいえ、集団で行動する実際の蜘蛛の映像が少なく、蜘蛛の群れのアニメーション表現には非常に苦労した。

6. まとめ

3 DCG制作において、インスタンス機能、フロッキング機能は非常に便利な機能である。3 DCGアニメーションを制作する際、メモリに過負荷をかけてしまったり、レンダリングに時間がかかってしまったりするケースは多い。Lightwave 3Dでは、仮想ポリゴンを使用することで、メモリへの負荷を軽減し、レンダリング時間の大幅な短縮も実現している。

Lightwave 3Dのインスタンス機能、フロッキング機能では、多彩なパラメータが用意されていて、非常に多種多様の群れの表現が可能である。しかし、一方でその分、初級者には各種パラメータの理解が難しい。実際の群れの振舞いを観察しながら、少しずつ試行錯誤を繰り返し制作していく必要がある。

本報告ではフロッキング機能において、エージェントの初速度に変化をつけたり、エージェントの移動の加速度に変化をつけたりには挑戦していない。今後の課題としては、これらに変化をつけることで、より実際に近い群れの振舞いの表現を検討することが必要である。また、今回は群れの動きとして目標に向う動きを制作したが、逆に、天敵などから

逃れる際の回避行動についても表現してみたい。

参考文献

- (1) 郡司ペギオ-幸夫、群れは意識をもつ、PHP研究所、2013.
- (2) Len Fisher、The Perfect Swarm -The Science of Complexity in Everyday Life、松浦俊輔 訳、群れはなぜ同じ方向を目指すのか？白揚社、2012.
- (3) 有元貴文、魚はなぜ群れで泳ぐか、大修館書店、2007.
- (4) インスタンスの紹介、Lightwave 11 チュートリアル (NewTek社)、.
http://www.dstorm.co.jp/dsproducts/lw11/tutorial/lw11_tutorial_instance_part1.html
- (5) フロッキングとインスタンス、Lightwave 11 チュートリアル (NewTek社)、
http://www.dstorm.co.jp/dsproducts/lw11/tutorial/lw11_tutorial_flock_instance_part1.html,